

**BGA SEMICONDUCTOR PACKAGE**

Patent Number: JP11135562

Publication date: 1999-05-21

Inventor(s): KAJIWARA RYOICHI; KOIZUMI MASAHIRO; MORITA TOSHIAKI; TAKAHASHI KAZUYA;  
NISHIMURA ASAO; TSUBOSAKI KUNIHIRO; AKIYAMA YUKIHARU; KIMOTO RYOSUKE

Applicant(s): HITACHI LTD;; HITACHI ULSI SYSTEMS CO LTD

Requested  
Patent: ■ JP11135562Application  
Number: JP19970296680 19971029Priority Number  
(s):IPC  
Classification: H01L21/60; H01L21/60EC  
Classification:

Equivalents:

---

**Abstract**

---

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To reliably contact solder balls to a soldering pad surface when the solder balls are mounted even in case of a small aperture by pushing Cu lands to be solder bumps into tape openings to reduce the depth from the tape back side to the pad face at the opening bottom.

**SOLUTION:** Using a pin-like tool aligned with solder bump tape openings, the extrusion forming from a Cu foil to the tape openings is performed to form solder lands 6. Even in case of a small solder bump pitch or thick polyimide tape 5 on a tape base, solder bumps can be formed reliably with little solder ball mounting defective by a solder ball mounting method using a flux and solder balls only on a one-side wiring tape base. Thus it is possible to obtain a low-cost BGA package superior in mounting property with only a small bump height variation.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-135562

(43) 公開日 平成11年(1999) 5月21日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 1 L 21/60

識別記号

3 1 1

3 0 1

F I

H 0 1 L 21/60

3 1 1 S

3 0 1 A

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平9-296680

(22) 出願日 平成9年(1997)10月29日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(71) 出願人 000233169

株式会社日立超エル・エス・アイ・システムズ

東京都小平市上水本町5丁目22番1号

(72) 発明者 梶原 良一

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 BGA半導体パッケージ

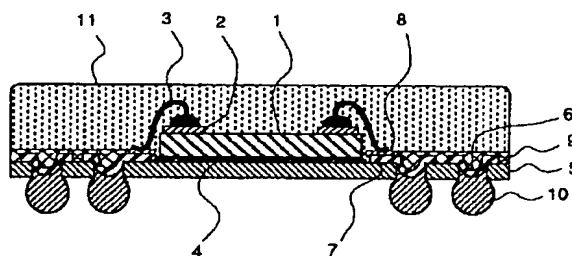
(57) 【要約】

【課題】半田ボール搭載によるバンプ形成法では、バンプピッチが狭くなって開口径が小さくなると、半田ボールと開口部底部の配線導体面の接触が保てなくなりバンプ形成が困難となる。

【解決手段】開口部底部の配線導体を開口部内に押し出し加工してパッケージ基板の裏面近くまで開口部底部を盛り上げ、必ず半田ボールが開口部内の配線導体に接触できる構造とする。このとき、配線導体には半田が濡れ広がる必要があるため最表面にAuめっきを施した。

【効果】狭バンプピッチ・小開口径のμBGAパッケージを、片面配線テープ基板を用いて製造可能なため、低価格化可能である。また、半田ボールサイズを開口径に関係なく大きな径もの使用できるため半田バンプ高さを高くでき、また配線導体と半田の接合界面の面積を増加できるため、半田バンプの実装信頼性を向上できる。

図 1



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】半導体チップと有機絶縁基板とを含み、外部接続端子が半田バンプで構成される半導体パッケージにおいて、有機絶縁基板に半田バンプ形成用の導体ランドが形成され、ランドの裏側に位置する有機絶縁基板に開口部が形成され、開口部内に盛り上がる形状で導体部が形成されていることを特徴とするBGA半導体パッケージ。

【請求項2】半導体チップとテープ基板とを含み、外部接続端子が半田バンプで構成される半導体パッケージにおいて、導体配線面が片面であり、チップが搭載される側に配線面が位置し、絶縁テープに穴が開口されて導体面が底部に位置し、その導体面が開口部側に盛り上がる形状に整形され、その開口部に半田が充填され、かつ

$$d \leq R(1 - \sqrt{(1 - r^2/R^2)})$$

ることを特徴とするBGA半導体パッケージ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電子装置の部品として半田接合されるBGAタイプの半導体パッケージの構造にかかり、特に超多ピンLSIパッケージや超高速LSIパッケージ、チップスケールパッケージの半田ボール外部接続端子を搭載する導体ランドの構造に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来のBGA半導体パッケージとして、テープ基板を用いたワイヤボンディング方式のテープBGAパッケージや、インナーリードボンディング方式のテープBGAパッケージが知られている。

【0003】図16に、従来のワイヤボンディング方式のBGAパッケージの断面構造を示す。図において、テープ基板は、半田バンプ形成位置に開口部を設けたポリイミドテープ174と、ポリイミドテープに接着されたCu箔の導体パターン175、177と、Auめっき膜176と、めっきレジスト178から構成されている。テープ基板の導体層が形成された側の中央部にチップ170が接着され、チップのA1パッド171とテープ基板のAuめっきされたボンディングパッドがボールボンディングされたAuワイヤ172で結線されている。チップが搭載された片側全面にはチップとAuワイヤと接合部と導体パターンを保護するために封止樹脂180がモールドされ、その反対側のテープ開口部には半田ボールバンプ179が形成されている。半田ボールバンプの形成方法は、テープ開口部底面の導体面にフラックスを塗布し、その上に半田ボールを搭載して全体を加熱し、半田ボールを溶融させて半田用パッドに接合してバンプに形成している。ポリイミドテープの厚さは、チップを接着したときのテープの変形を押さえるために通常は50～150μm厚さのテープ、多くは75～100μm厚さのテープを使用している。

\*テープ面から突き出す形状で半田バンプが形成されていることを特徴とするBGA半導体パッケージ。

【請求項3】有機テープにCu箔が接着されてエッチングによりパターンニングされたテープ基板において、パターンニングされたCu箔下のテープ開口部にCu箔が押し込まれていることを特徴とするテープ基板。

【請求項4】テープBGAパッケージの絶縁テープ厚さTと、半田バンプ用のテープ開口半径rと、搭載する球状半田ボールの半径Rとの関係が、次式を満たす場合において

$$t > R(1 - \sqrt{(1 - r^2/R^2)})$$

て、片面に形成された導体パターンの一部が上記テープ開口部内に押し込まれ、テープ裏側の表面から開口部底面までの深さdが、次式を満たす形状となってい

$$\dots (2)$$

【0004】図17に、従来のワイヤボンディング方式の他のBGAパッケージの断面構造例を示す。図において、テープ基板は半田バンプ形成位置に開口部を設けたポリイミドテープ184と、ポリイミドテープに接着されたCu箔の導体パターン187、189、191と、開口部にめっきで形成されたスルーホール導体190と、Auめっき膜186と、めっきレジスト185、192から構成されている。テープ基板の導体層が形成された側の中央部にチップ181が接着され、チップのA1パッド182とテープ基板のAuめっきされたボンディングパッド188がボールボンディングされたAuワイヤ183で結線されている。チップが搭載された片側全面にはチップとAuワイヤと接合部と導体パターンを保護するために封止樹脂195がモールドされ、その反対側のテープ開口部には半田ボールバンプ194が形成されている。チップ搭載側にボンディングパッド面が形成され、その裏面には半田ボール搭載用の半田用パッドが形成されている。ボンディング用パッドと半田用パッド間は、接着されてエッチングによりパターンニングされた配線導体とめっきにより形成されたスルーホール部の導体を介して電氣的に接続されている。

【0005】図18は、インナーボンディングがワイヤボンディングで接続されているが、インナーボンディングがテープ基板と一体で形成されたインナーリードをチップのA1パッドに直接あるいはA1パッド上に形成されたバンプを介して接合されたテープBGAパッケージも知られている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】従来の構造において、テープ厚さに比べてテープ開口径が十分大きい場合には、半田ボールを搭載する工程で半田ボールとテープ開口部底面の金属導体面が物理的に接触する状態となるため、フラックスを用いれば半田溶融温度以上に加熱した段階で半田が導体面に濡れ広がって半田バンプが形成される。しかし、図14に示すように、テープ開口径が小

さくなって半田ボールとテープ開口部底部の金属導体面とが接触できない状態になると、半田ボールサイズが1mm以下のように小さい場合には、半田自身の表面張力が勝って溶融しても球状を保つために開口部内に半田が入らず、バンプの形成が困難となる。図15に、開口部に半田ボールを配置した時の断面形状の寸法関係を示す。\*

$$G = (T - t) - Hb = (T - t) - R(1 - (1 - r^2/R^2)^{1/2}) \quad \dots (1)$$

の式で表される。例えば、バンプピッチが1.27mmの場合では、開口直径が0.6mm、半田ボール直径0.75～0.8mmが採用されているが、半田ボールの開口部への突出し高さHdは0.75mmで150μm、0.8mmで約135μmである。バンプピッチが1.0mmの場合では、開口直径が0.45mm、半田ボール直径0.6mmが採用されているが、半田ボールの開口部への突出し高さHdは約102μmである。従って、テープ基板厚さ100μm以下の場合には、半田ボールとテープ開口部底面の※

$$2X^2 + 3X^2(X^2 - r^2)^{1/2} - (X^2 - r^2)^{1/2} = 4R^2 - 3r^2d \quad \dots (2)$$

$$Hb = X + (X^2 - r^2)^{1/2} \quad \dots (3)$$

で表される。例えば、バンプピッチ1.27mm、テープ開口直径0.6mm、半田ボールの直径0.8mm、開口部の深さd=100μmの場合で、バンプ高さHbは約0.70mmとなり、半田ボールの体積に比べて開口部の容積が約1/10と小さいため、初期に半田ボールを搭載した状態に近いバンプ高さが得られる。また、バンプピッチ1.0mm、テープ開口直径0.45mm、半田ボール直径0.6mm、開口部の深さd=100μmの場合で、バンプ高さHbは約0.48mmとなる。μBGAや超多ピンBGAのように半田バンプピッチが従来の1.0mmから0.75～0.5mmと狭くなった場合、テープ開口径も必然的に小さくなり同時に搭載される半田ボール径も小さくなる。テープ厚さすなわち開口部深さdは変わらないため、相対的にテープ開口径に対する開口部深さの比率（アスペクト比）が増し、テープ開口部内に突き出る半田ボール高さが小さくなって半田ボールがテープ開口部底部の金属導体面に接触できなくなる。この状態で半田溶融温度以上に加熱しても、半田自身の表面張力によって半田ボールが球形状を維持するため、溶融半田が導体面に濡れることがなく、半田バンプの形成が困難となる。例えばバンプピッチ0.75mm、テープ開口直径0.3mm、テープ開口部深さ0.1mm、半田ボール直径0.35、0.4、0.45mmの場合では、開口部への半田ボール突出し高さHdが85、68、57μm、半田バンプ高さHbが0.22、0.31、0.37mmとなり、バンプピッチ0.5mm、テープ開口直径0.25mm、テープ開口部深さ0.1mm、半田ボールの直径0.3、0.35、0.4mmの場合は、開口部への半田ボール突出し高さHdが67、52、44μm、半田バンプ高さHbが0.19、0.26、0.34mmとなる。パッケージの半田バンプ高さばらつきは、テープ基板の変形や樹脂封止後のそり変形等に起因して生じるが、そのばらつき

\* 図は、ポリイミドテープ150、Cuランド151、めっき膜152、半田ボール153、テープ開口部154から構成される。ここで開口半径をr、半田ボール半径をR、接着剤を含むテープ厚さをT、めっき厚さをt、テープ面から開口部内への半田ボールの突出し高さをH-dとすると、半田ボール下端とめっき上面の距離Gは、

※ 半田用パッドが接触するため、半田ボール搭載が問題とはならない。

10 【0007】一方、テープ面から上方に突き出る半田バンプ高さHbは、半田の自重による半田ボールバンプの歪を無視してバンプが真球の球形であると仮定しても、テープ開口部を半田で埋める必要があるため、初期の半田ボール径より半田バンプの直径が小さくなり、半田ボール搭載状態より低くなる。このときの関係は、半田バンプの半径をX、半田バンプ高さをHbとすると、

20 を±15μm程度に抑えたとしても、実装時にバンプ高さはばらつきを吸収して確実に全バンプ接合するためには、半田溶融時に最も高いバンプが少なくともその差だけ沈み込む必要があり、そのためには沈み込み量の約10倍近いバンプ高さが望ましい。また、実際の半田バンプは、自重によって少し扁平な形状に変形しているため、実際のバンプ高さは上記計算値よりも小さい。これらの点を考慮すると、真球のバンプと仮定して計算した初期バンプ高さとして0.3mm程度以上が望ましいと考えられる。

30 【0008】上記において、バンプ高さ0.3mm以上が得られる条件での半田ボール搭載可能な開口部深さdは、バンプピッチ0.75mmで68、57μm、バンプピッチ0.5mmでは44μmとなり、テープ基板のポリイミド厚さ75μm以上では解がない。この場合には、予め半田ボールを搭載する前に開口部に半田ペーストを印刷充填し、その上に半田ボールを搭載してリフローすれば半田バンプの形成が可能である。しかし実際には、半田ペーストの半田とフラックスが混在する部分が溶融したときに、溶融半田中にフラックスや気泡の巻き込みを生じ、ボイドが多数発生して健全な半田バンプの形成が困難であるという問題がある。また、半田ペーストの印刷工程が必要となるため、製造コストの上昇や印刷工程に起因したプロセス不良の増加が起り、結果的に製品コストが高くなるという問題がある。

【0009】また、図17に示す2層配線テープを使用する場合は、スルーホール導体部に温度サイクルによる熱ストレスが加わり断線が生じるといった信頼性低下の問題や、また、テープ基板コストが1層配線テープより高価になるという経済上の問題がある。

50 【0010】また、インナーボンディングをワイヤボンディングではなくリードボンディングで組み立てるBG

Aパッケージにおいても、図18や図19と同様の問題がある。

【0011】本発明の目的は、低コストの片面配線テープ基板を用いた狭バンプピッチのBGA半導体パッケージにおいて、半田ボールを確実に搭載できる半田用パッドの構造を提供し、安価で信頼性の高いBGAパッケージを提供することである。本発明の他の目的は、低コストの片面配線テープ基板を用いた狭バンプピッチのBGA半導体パッケージにおいて、同一の半田ボールを搭載した場合の半田バンプ高さをできるだけ高くすることが可能な半田用パッド構造を提供し、配線基板搭載時の温度サイクル信頼性を向上した半導体パッケージを提供することである。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため\*

$$G = (T - t - H_{up}) - R(1 - (1 - r^2/R^2)^{1/2}) \quad \dots (4)$$

の式で表される。Cuランド加工後のテープ開口部深さは $d = T - t - H_{up}$ となり、突出し加工高さ $H_{up}$ を制御することで、テープ開口径がどんなに小さい場合でも任意の直径を持つ半田ボールを確実に半田用バンプに接触させることが可能となるのである。また、テープ開口部の容積を十分小さくすることができるので、テープ開口部に充填される半田量が少なくなり、供給した半田のほとんどはテープ上面のバンプ形成に有効に使われ、Cuランドを加工しない場合に比べて、バンプ高さを高くすることができるのである。

【0014】このときのCuランドの加工形状に制約はなく、少なくともCuランドの一部が半田ボールと接触する状態であれば良い。図13に、Cuランドの突出し加工形状が鋭角的な場合の断面形状を模式的に示す。図において、左側は半田ボール搭載時のリフロー工程前の状態で、右側はリフロー工程後の状態を示す。図は、ポリイミドテープ140、Cuランド141、Auめっき膜142、封止樹脂143、開口部144、半田ボール145、フラックス146、フラックス残渣147、半田バンプ148から構成される。半田の一部がAuめっきされた半田用バンプに接触しかつフラックスがその領域に供給されていると、半田ボールが溶融したときにフラックスの作用によって半田ボールの酸化皮膜が除去されて溶融半田金属がAuめっき面に接触し、Auと半田の界面エネルギーが低いために溶融半田が半田用バンプ全面に濡れ広がり、その後半田自身の表面張力によって開口部内にフラックスを押し出しつつ半田が引き込まれて、開口部全体が半田で埋められ、内部にボイド等のない半田バンプが形成されるのである。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例を図面を用いて詳細に説明する。

【0016】図1は、本発明によるテープBGAパッケージの一実施例を示す。図において、テープ基板は、開

きに、本発明においては、半田用バンプとなるCuランドを、テープ開口部側に押し込み加工し、テープ裏側の表面から開口部底面の半田用パッド面までの深さを小さくし、開口径が小さい場合でも、半田ボール搭載時に確実に半田ボールが半田用パッド面と接触する構造とした。

【0013】図12は、Cuランドを加工した場合において、開口部に半田ボールを配置した時の断面形状を模式的に示す。図は、ポリイミドテープ160、Cuランド161、めっき膜162、半田ボール163、テープ開口部164から構成される。図において、半田ボールを搭載するパッドはテープに設けられた開口部の底面に形成されている。ここで開口半径を $r$ 、半田ボール半径を $R$ 、接着剤を含むテープ厚さを $T$ 、めっき厚さを $t$ 、Cuランドの突出し加工高さを $H_{up}$ とすると、半田ボール下端とめっき上面の距離 $G$ は、

開口部を有するポリイミドテープ5と、ポリイミドテープに接着された後にエッチングによりパターンニングされたCu配線導体7と、開口部に位置するCu導体が押出し加工された半田用ランド6と、半田用ランドの半田ボール搭載面とワイヤボンディングされる配線導体に部分めっきを施すためのめっきレジスト膜9とから構成されている。テープ基板の配線導体側の面の中央部にLSIチップ1が接着剤4によって接着され、チップのA1パッド2とテープ基板のボンディングパッド間がワイヤボンディングによって形成されたAuワイヤ3で結線されている。チップが搭載された片側全面にはチップとAuワイヤと接合部とテープ基板上の配線導体を保護するために封止樹脂11がモールドされ、その反対側のテープ開口部には共晶組成の半田ボールバンプ10が形成されている。バンプピッチは0.5mmで、開口径は0.25mm、ボールバンプの径は0.35mmである。ポリイミドテープの厚さは、チップをテープに接着して接着剤を加熱硬化した後のテープの変形を小さくする目的で、150μm厚さのテープを用いた。その理由は、変形の原因がチップとポリイミドテープの熱膨張差によるものであり、テープを厚くして剛性を増すことによりチップと接着剤層に歪を分散させ、テープの歪すなわち変形を小さくできるためである。なお、チップのサイズが小さい場合や接着剤の硬化温度を120℃以下に小さくできる場合には75~100μm厚さのものを用いた。半田用ランドとボンディング面への部分めっきには、厚さ1μm程度のAuの電気めっき法を選択した。選択の理由は、電気めっき法はめっき膜中の欠陥が少ないため、Cu配線に直接Auめっきした場合でも接着時の加熱によるAu表面へのCuの拡散が少なく、厚さ1μmのAuめっき膜で十分なワイヤボンディング性が確保されるためである。

【0017】図2は、図1のパッケージの組立てフローの一実施例を示す。テープ基板の主原材料は、ポリイミドテープとCu箔である。まず、ベタのポリイミドテ

に、半田バンプ用の開口部とパッケージ組立て後の切断を容易にする切断用開口部とテープ搬送用開口部を打ち抜き加工で形成する。次に、このテープに10〜30  $\mu\text{m}$ 厚さのCu箔を接着する。接着剤を用いて接着する方式とポリイミドテープが接着性を有するタイプのテープを用いて直接接着する方式があるがいずれを選択しても良い。次に、半田バンプ用テープ開口部に位置合わせしたピン状ツールで、Cu箔側からテープ開口部に向かって押し出し加工を行う。この時、加熱を行いながら加工を行うとCu箔の伸びが良く、加工率が高い場合でもCu箔に亀裂が発生することがなく、良好な加工が可能である。次に、ベタのCu箔をフォトエッチングによってパターンニングする。次に、パターンニングしたCu箔に感光性のめっきレジストを塗布・感光・洗浄処理し、めっきしたい部分のみ開口させてAuの電気めっきを行う。めっきする領域はワイヤボンディング用パッド部と開口部底面の半田用パッド部である。Auめっき厚さは、パッケージ組立て時の良好なワイヤボンディング性を確保できかつ経済性の良い厚さとするが、通常は0.5〜2.0  $\mu\text{m}$ までの間で選択される。ここで、テープ基板が完成する。次に、パッケージの組立てに入る。まず、パッケージングするLSIチップを、テープに予め印刷で形成した接着剤層の上に貼り付ける。貼り付け時及び接着剤の硬化時には加熱を加えている。加熱温度と時間は接着剤によって異なるが、過大な条件は、Cu下地材のAu表面への拡散析出を促してボンディング性を劣化させるので、避ける必要がある。次に、チップのA1パッドとテープ上のボンディングパッド間をAuワイヤのボールボンディングによって結線し、その後、テープ基板のチップ搭載面に樹脂をモールドする。次に、半田バンプ形成工程に入る。半田ボールバンプの形成方法は、樹脂封止を行ったパッケージをテープ基板が上向きになるように搬送治具上に配置し、予め下側にフラックスを塗布した半田ボールを、Auめっきされた開口部底面の半田用パッド面に機械的に搭載し、その後に赤外線リフロー炉を通して全体を加熱し、半田ボールを熔融させて半田用パッドに接合してバンプ形成を行う。この時、Cu箔上のAuめっき膜は半田中に溶解拡散し、リフロー後には接合界面から消失して半田とCuの界面が形成されて接合された状態となる。最後に、テープ上に連なったパッケージを、切断分離してパッケージとして完成する。

【0018】本実施例によれば、半田バンプピッチが0.5mmと狭い場合でしかもテープ基板のポリイミドテープ厚さが150  $\mu\text{m}$ と厚いにもかかわらず、片面配線のテープ基板に対してフラックスと半田ボールのみを使用する半田ボール搭載法により確実に半田ボール搭載不良の少ない半田バンプ形成が可能となる。このため、バンプ高さばらつきが少ない実装性にすぐれた低コストのBGAパッケージを提供できる。さらに、テープ厚さが

厚いために、半田バンプが形成されたパッケージ裏面の熱膨張率が実装用のプリント配線基板に近くなり、しかもテープ開口径よりかなり大きい半田ボールを搭載可能なためバンプ高さを高くできるため、半田バンプ部の実装信頼性の高いBGAパッケージを提供できる。

【0019】また、パッドと半田の接合面積が広くなり、しかもバンプに剪断力が発生しても最も強度が弱い接合界面の形状が曲率の小さい曲面であるため一部の接合界面では圧縮応力に変わり、接合界面で剥離する不良モードの発生がなくなる。このため、取扱い時の半田バンプ欠落や、実装後のプリント基板装着時に生じる基板変形に起因したバンプ断線不良の発生がなくなり、パッケージや実装基板取扱い時の信頼性を向上できるという効果もある。

【0020】また、本実施例ではCuランドに直接1  $\mu\text{m}$ 程度のAuめっきを施して共晶半田ボールを搭載しているため、パッケージの高温放置試験においてCuと半田の界面にCu-Au-Sn化合物が形成されて、強度低下の原因となるAu-Sn化合物の形成がないため、高温信頼性を高くできるという効果もある。

【0021】また、半田用バンプの押し出し加工を、ベタCu箔の段階で行うため、Cu箔とポリイミドテープの接着力が弱くてもCu箔が開口部にずれ落ちることがなく、工程上の技術的困難さが少ないという利点がある。このため、歩留まり良くCuランド加工済のテープ基板を製造でき、低コストの基板を提供できる。

【0022】図3は、本発明によるテープBGAパッケージの他の一実施例を示す。図において、テープ基板は、開口部を有するポリイミドテープ19と、ポリイミドテープに接着された後にエッチングによりパターンニングされたCu配線導体20と、開口部に位置するCu導体が押し出し加工された半田用ランド21と、導体部全域に形成されたAuめっき膜22から構成されている。テープ基板の配線導体側の面の中央部にLSIチップ15が接着剤18によって接着され、チップのA1パッド16とテープ基板のボンディングパッド間がワイヤボンディングされたAuワイヤ17で結線されている。チップが搭載された片側全面にはチップとAuワイヤと接合部とテープ基板上の配線導体を保護するために封止樹脂24がモールドされ、その反対側のテープ開口部には共晶組成の半田ボールバンプ23が形成されている。バンプピッチは0.5mmで、開口径は0.25mm、ボールバンプの径は0.3mmである。ポリイミドテープの厚さは、チップをテープに接着して接着剤を加熱硬化した後のテープの変形を小さくする目的で、100  $\mu\text{m}$ 厚さのテープを用いた。Cu箔の半田用バンプとボンディング面へのめっきは、電気めっき法によりAuのみを厚さ1  $\mu\text{m}$ 程度形成している。ただし半田用バンプ面のAuめっきは、半田ボール搭載時のリフロー工程で全て半田中に溶解拡散してしまうため、パッケージ完成の段階ではCu

ランドと半田の接合界面に存在しない。

【0023】本実施例によれば、図1と同様に片面配線のテープ基板を用いて低コストで実装性及び実装信頼性の高いBGAパッケージを提供できる。また、図1に比べて、テープ基板のめっきレジスト形成工程が省略できるため生産性に優れ、高温高湿環境下での吸湿特性の高いレジスト膜を使用していないため、同環境下での長期パッケージ信頼性の高いBGAパッケージを提供できる。

【0024】図4は、チップサイズBGAパッケージに本発明を適用した場合の実施例を示す。図において、テープ基板は開口部が設けられたポリイミドテープ32と、Cu箔がポリイミドテープに接着されてエッチングによりパターンニングされてさらに表面にAuめっきされた配線導体35と、インナーリード34と、さらに押し加工が加えられた半田用パッド33から構成されている。LSIチップ30とテープ基板は、互いに配線面を合わせる向きで低弾性樹脂37を介して接着されている。チップ上のA1パッドとインナーリードは超音波熱圧着により直接接合されている。インナーボンディング部周辺は、外気から保護するために封止樹脂38でおおわれている。半田用パッドにはテープ開口部側から半田ボールが供給されて半田バンプ36が形成されている。バンプピッチは0.4mm、テープ開口径は0.2mm、テープ厚さは0.05mm、搭載した半田ボール径は0.3mmである。

【0025】本実施例によれば、半田バンプピッチが0.4mmと非常に狭い場合でも、片面配線のテープ基板に対してフラックスと半田ボールのみを使用するより確実に半田ボール搭載不良の少ない半田バンプ形成が可能となる。このため、バンプ高さばらつきが少ない実装性にすぐれた低コストのBGAパッケージを提供できる。さらに、テープ厚さが厚いため、半田バンプが形成されたパッケージ裏面の熱膨張率が実装用のプリント配線基板に近くなり、しかもテープ開口径よりかなり大きい半田ボールを搭載可能なためバンプ高さを高くできるため、半田バンプ部の実装信頼性の高いBGAパッケージを提供できる。

【0026】また、パッドと半田の接合面積が広くなり、しかもバンプに剪断力が発生しても最も強度が弱い接合界面の形状が曲率の小さい曲面であるため一部の接合界面では圧縮応力に変わり、接合界面で剥離する不良モードの発生がなくなる。このため、取扱い時の半田バンプ欠落や、実装後のプリント基板装着時に生じる基板変形に起因したバンプ断線不良の発生がなくなり、パッケージや実装基板取扱い時の信頼性を向上できるという効果もある。

【0027】また、本実施例ではCuランドに直接1μm程度のAuめっきを施して共晶半田ボールを搭載しているため、パッケージの高温放置試験においてCuと半

田の界面にCu-Au-Sn化合物が形成されて、強度低下の原因となるAuSn化合物の形成がないため、高温信頼性を高くできるという効果もある。

【0028】また、半田用バンプの押し加工を、ベタCu箔の段階で行うため、Cu箔とポリイミドテープの接着力が弱くてもCu箔が開口部にずれ落ちることがなく、工程上の技術的困難さが少ないという利点がある。このため、歩留まり良くCuランド加工済のテープ基板を製造でき、低コストの基板を提供できる。

【0029】図3は、本発明によるテープBGAパッケージの他の一実施例を示す。図において、テープ基板は、開口部を有するポリイミドテープ19と、ポリイミドテープに接着された後にエッチングによりパターンニングされたCu配線導体20と、開口部に位置するCu導体が押し加工された半田用ランド21と、導体部全域に形成されたAuめっき膜22から構成されている。テープ基板の配線導体側の面の中央部にLSIチップ15が接着剤18によって接着され、チップのA1パッド16とテープ基板のボンディングパッド間がワイヤボンディングされたAuワイヤ17で結線されている。チップが搭載された片側全面にはチップとAuワイヤと接合部とテープ基板上の配線導体を保護するために封止樹脂24がモールドされ、その反対側のテープ開口部には共晶組成の半田ボールバンプ23が形成されている。バンプピッチは0.5mmで、開口径は0.25mm、ボールバンプの径は0.3mmである。ポリイミドテープの厚さは、チップをテープに接着して接着剤を加熱硬化した後のテープの変形を小さくする目的で、100μm厚さのテープを用いた。Cu箔の半田用バンプとボンディング面へのめっきは、電気めっき法によりAuのみを厚さ1μm程度形成している。ただし半田用バンプ面のAuめっきは、半田ボール搭載時のリフロー工程で全て半田中に溶解拡散してしまうため、パッケージ完成の段階ではCuランドと半田の接合界面に存在しない。

【0030】本実施例によれば、図1と同様に片面配線のテープ基板を用いて低コストで実装性及び実装信頼性の高いBGAパッケージを提供できる。また、図1に比べて、テープ基板のめっきレジスト形成工程が省略できるため生産性に優れ、高温高湿環境下での吸湿特性の高いレジスト膜を使用していないため、同環境下での長期パッケージ信頼性の高いBGAパッケージを提供できる。

【0031】図4は、チップサイズBGAパッケージに本発明を適用した場合の実施例を示す。図において、テープ基板は開口部が設けられたポリイミドテープ32と、Cu箔がポリイミドテープに接着されてエッチングによりパターンニングされてさらに表面にAuめっきされた配線導体35と、インナーリード34と、さらに押し加工が加えられた半田用パッド33から構成されている。LSIチップ30とテープ基板は、互いに配線面を

合わせる向きで低弾性樹脂37を介して接着されている。チップ上のA1パッドとインナーリードは超音波熱圧着により直接接合されている。インナーボンディング部周辺は、外気から保護するために封止樹脂38でおおわれている。半田用パッドにはテープ開口部側から半田ボールが供給されて半田バンブ36が形成されている。バンブピッチは0.4mm、テープ開口径は0.2mm、テープ厚さは0.05mm、搭載した半田ボール径は0.3mmである。

【0032】本実施例によれば、半田バンブピッチが0.4mmと非常に狭い場合でも、片面配線のテープ基板に対してフラックスと半田ボールのみを使用する半田ボール搭載法により半田ボール搭載不良の少ない半田バンブ形成が可能となる。このため、サイズが大きく一定の半田ボールを使用することで高さばらつきが小さく高さの高いバンブを容易に得られるため、配線基板への実装性にすぐれた低コストのチップサイズBGAパッケージを提供できる。また、パッドと半田の接合面積が広くなり、しかもバンブに剪断力が発生しても最も強度が弱い接合界面の形状が曲率の小さい曲面であるため一部の接合界面では圧縮応力に変わり、接合界面で剥離する不良モードの発生がなくなる。このため、取扱い時の半田バンブ欠落や、実装後のプリント基板装着時に生じる基板変形に起因したバンブ断線不良の発生がなくなり、信頼性を向上できるという効果もある。

【0033】図5は、インナーリードボンディング構造のファンアウトタイプBGAパッケージに本発明を適用した場合の実施例を示す。図において、テープ基板は開口部が設けられたポリイミドテープ42と、Cu箔がポリイミドテープに接着されてエッチングによりパターンニングされて形成されたインナーリード44及び半田用パッド43と、パターンニングされた配線導体の上のめっきレジスト45から構成される。インナーリードと半田用パッド面には厚さ0.3μmのAuめっきが施されている。テープ基板は接着剤46を介して金属板のスティフナー47に接着されている。LSIチップ40上のA1パッド41にはAuボールバンブ49がボールボンディング法により形成されている。インナーリードとボールバンブの接合は、500℃に加熱したツールによるAu/Auの加圧接合である。インナーリード部周辺は、チップとテープ基板及びスティフナーとの固定と、A1パッド及び接合部及びインナーリード部の保護と補強の目的で封止樹脂50が充填されている。テープの開口部に盛り上がった半田用パッドには半田ボールバンブ48が形成されている。ポリイミドテープの厚さは0.05mm、バンブピッチは0.5mm、テープ開口径は0.2mm、搭載した半田ボール径は0.3mmである。

【0034】本実施例によれば、半田バンブピッチが0.5mmと非常に狭い場合でも、片面配線のテープ基板に対してフラックスと半田ボールのみを使用する半田ボ

ール搭載法により半田ボール搭載不良の少ない半田バンブ形成が可能となる。このため、サイズが大きく一定の半田ボールを使用することで高さばらつきが小さく高さの高いバンブを容易に得られるため、配線基板への実装性にすぐれた低コストで実装信頼性の高いチップサイズBGAパッケージを提供できる。

【0035】図6は、本発明によるテープBGAパッケージの他の一実施例を示す。図において、テープ基板は、半田バンブ用の開口部63とチップ/テープ間の熱歪を緩衝するための開口部64を有するポリイミドテープ54と、ポリイミドテープに接着された後にエッチングによりパターンニングされたCu配線導体57と、開口部に位置するCu導体が押し出し加工された半田用ランド58と、Cu導体の表面に形成されたAuめっき膜59とから構成されている。LSIチップ51とテープ基板の固着は、応力緩衝開口部の中央に残され4角の吊り部56で支えられたテープのタブ部55に接着剤61で接着・固定されている。チップ上のA1パッド52とCu導体上にAuめっきされたボンディングパッド間は、ワイヤボンディングされたAuワイヤで結線されている。チップが搭載された片側全面にはチップとAuワイヤと接合部とテープ基板上の配線導体を保護するために封止樹脂62がモールドされ、その反対側の半田バンブ用テープ開口部には共晶組成の半田ボールバンブ60が形成されている。チップ下面のコーナーはテープ基板の中央側端部に押しつけられて接触しており、モールド時に樹脂が流れ出さないように工夫している。この時タブ部は、接着剤の厚さだけテープ基板面から下がった状態でパッケージが完成される。

【0036】図7は、図6のパッケージ組立てにおけるワイヤボンディング方法を示す図で、図において、チップ65の下には周囲より高いチップ用ヒートステージ77が配置され、その周囲に位置するテープ基板のボンディングパッド74下にはチップ用ヒートステージより低い基板用ヒートステージ76、78が配置されている。チップ用ヒートステージの上面には、テープ基板のタブ部及び吊り部に合わせて凹みが形成され、チップ裏面がヒートステージ上面に接するように加工されている。各ステージには吸引孔82、83、84が形成され、パッケージ装着時には吸引孔から排気して孔内部を負圧にし、チップ及びテープ基板を吸着・固定する。チップ及び基板用ヒートステージにはそれぞれ内部にヒーター79、80、81が内蔵されており、それぞれ独立して温度調節可能な装置となっている。加熱条件は、チップ側のA1パッド温度が230℃、基板側のボンディングパッド温度が200℃となるようにヒートステージ温度を調整してAuワイヤのボールボンディングを行った。

【0037】図8は、図7のワイヤボンディング時の上方からみたパッケージの平面図である。なお上方からの平面図では、チップ下のテープ基板が隠されて見えない



が、図では点線で表した。図において、テープ基板のポリイミドテープ88上には半田パッド用ランド93、ボンディングパッド91、両者を繋ぐ配線92が形成されている。これらの表面には無電解のAuめっきが施されている。ボンディングパッドはチップに近い内周部に配列されている。従って、内周の半田バンプ用ランド間には、バンプ列の数より1つ少ない本数の配線が形成される。ボンディングパッドに結線されていない半田パッド用ランドは、調整用のダミーランド94である。タブ部89は、チップサイズに比べて小さく、A1パッド86下は開口部96となっており、開口部にヒートステージ

【0038】本実施例によれば、図1と同様にバンプピッチが狭くしかもテープ基板のポリイミドテープ厚さが厚い場合でも、片面配線のテープ基板を用いて、フラックスと半田ボールのみを使用する半田ボール搭載法により確実に半田ボール搭載不良の少ない半田バンプ形成が可能となる。このため、バンプ高さばらつきが少ない実装性にすぐれた低コストのBGAパッケージを提供できる。また、テープ厚さが厚いため半田バンプが形成されたパッケージ裏面の熱膨張率が実装用のプリント配線基板に近くなり、さらにチップが接着されたダイ部と半田バンプが形成されたテープ基板部とが開口部で切り離されているため、プリント配線基板に実装した状態で半田バンプに発生する熱応力が小さくなり、半田バンプ部の実装信頼性の高いBGAパッケージを提供できる。また、パッドと半田の接合面積が広くなり、しかもバンプに剪断力が発生しても最も強度が弱い接合界面の形状が曲率の小さい曲面であるため一部の接合界面では圧縮応力に変わり、接合界面で剥離する不良モードの発生がなくなる。このため、取扱い時の半田バンプ欠落や、実装後のプリント基板装着時に生じる基板変形に起因したバンプ断線不良の発生がなくなり、パッケージや実装基板取扱い時の信頼性を向上できるという効果もある。

【0039】また、ワイヤボンディング工程において、チップを直接ヒートステージに接触させて固定しているため、基板のタブ／チップ間につかわれている接着剤の軟化の影響を受けずにチップをしっかりと固定でき、さらに直接Siチップをヒートステージからの熱伝導で加熱できるため周辺の風の流れや雰囲気温度に影響されずにチップ温度を常に一定にできるため、ボンディング不良を発生しない確実な1stボンディングが可能となる。一方、テープ基板側の2ndボンディングにおいては、テープに熱的損傷のないボンディング温度あるいはAuめっき表面に下地材のCuが拡散析出しない低いボンディング温度に設定してボンディングを行うことが可能となり、テープダメージがなくボンディング不良を発生しない2ndボンディングが可能となる。その結果、パッケージ組立てプロセスで歩留まり低下の要因となるワイヤボンディング工程の不良発生を大幅に低減するこ

とができ、生産コストを下げるができる。さらには、耐熱性の低い安価なテープ材質でパッケージを製造することが可能となり、パッケージのコストを下げることもできる。

【0040】図9は、ボンディングパッドと半田用パッドがCuランドの表裏に形成されている場合のパッケージ組立てにおけるワイヤボンディング方法を示す。図10は、図9のワイヤボンディング工程後のパッケージの平面図である。図9において、テープ基板は、半田バンプ用の開口部を設けたポリイミドテープ103と、開口部と同じ位置に設けられたCuランド105とその表面のAuめっき106から構成されている。ボンディング前の基板側パッド112には、加工が加えられてなく平坦である。LSIチップ100は、接着剤109によってテープ基板の中央に固着されている。ボンディング用治具のヒートステージ111には、テープを吸着・固定するための吸引孔110、104が複数形成されている。ワイヤボンディングはAuワイヤのボールボンディングで、A1パッド101側に1stボンディングを行い、2ndボンディングはテープ開口部上の基板側パッド上に行く。このときボンディング用のキャピラリツールの荷重と超音波振動で基板側パッドの押出し加工とAuワイヤの2ndボンディングを同時に行う。テープ開口部が位置するヒートステージには、Auめっきされたパッドが繰返し押しつけられるため、ヒートステージの表面はAuが凝着することのないセラミック製としている。図11は、図9のパッケージの組立てフローを示す。原材料及び基本的な組立てフローは図2の場合と同じであるが、本実施例では、開口部内へのCuランドの押出し加工工程を、ワイヤボンディング工程で行っている点が大きく異なる。

【0041】本実施例によれば、半導体パッケージに関して図1と同様の効果が得られる。その他に、ランド間配線がないためバンプ配列数の制約がないという利点がある。また、ランドサイズやテープ開口径をバンプピッチに近いサイズまで大きくすることができるため大きい半田ボールを使用でき、バンプ高さを高くしてしかも半田接合面積を広くすることができるため、半田バンプ部の実装信頼性を向上することができる。また、ランド加工を従来のボンディング装置でワイヤボンディング工程時に一括して行えるため、設備コストがかからず工程数も増えないため、製造コストを従来と同じ程度に抑えて本発明のパッケージを製造可能となる。

【0042】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明によれば、低コストの片面配線有機絶縁基板や片面配線テープ基板を用いた狭バンプピッチのBGA半導体パッケージにおいて、半田用パッドを絶縁板やテープの開口部内に押し出し加工したことにより、開口径に比べて十分大きい半田ボールであっても確実に半田用パッドに搭載できるた

め、安価でパンプサイズが一定した信頼性の高いBGAパッケージを提供することができる。

【0043】また、基板の開口径が同じでも開口部の容積を小さくすることができるので、同一径の半田ボールを搭載した場合の半田パンプ高さを高くすることができ、同時に半田パンプに剪断力が加わったときに半田とランドの接合界面に加わる応力を一部分で圧縮力に変えることができるので、プリント配線基板に搭載した時の半田パンプの温度サイクル信頼性を大幅に向上することができるのである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のワイヤボンディング式BGAパッケージに関する一実施例。

【図2】図1のBGAパッケージを組み立てるプロセスフローの一実施例。

【図3】本発明のワイヤボンディング式BGAパッケージに関する他の一実施例。

【図4】本発明のチップスケールBGAパッケージに関する一実施例。

【図5】本発明のTAB方式BGAパッケージに関する一実施例。

【図6】本発明のワイヤボンディング式BGAパッケージに関する他の一実施例。

【図7】図6のパッケージのワイヤボンディング方法。

【図8】図6のパッケージのワイヤボンディング時の平面図。

【図9】本発明による他のBGAパッケージのワイヤボンディング方法。

【図10】図9のBGAパッケージのワイヤボンディング工程後の平面図。

【図11】図9のBGAパッケージを組み立てるプロセスフローの一実施例。

【図12】本発明の半田用パッドの断面構造を説明する図。

【図13】本発明の半田用パッドの構造の効果を説明する図。

【図14】従来の半田用パッドの断面構造を説明する図。

\*【図15】従来の半田用パッドの構造の問題点を説明する図。

【図16】従来のBGAパッケージの断面構造例。

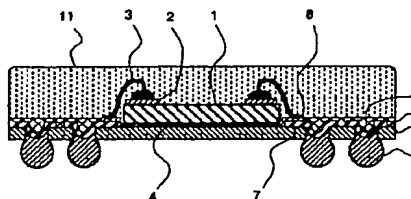
【図17】従来のBGAパッケージの他の断面構造例。

【符号の説明】

1, 15, 30, 40, 51, 65, 85, 100, 170…LSIチップ、2, 16, 31, 41, 52, 66, 86, 101, 171, 182…Auパッド、3, 17, 53, 68, 87, 102, 172, 183…Auワイヤ、4, 18, 46, 61, 75, 109, 173, 193…接着剤、5, 19, 32, 42, 54, 69, 88, 103, 120, 140, 150, 160, 174, 184…ポリイミドテープ、6, 21…半田用ランド、7, 20, 57, 71…Cu配線導体、8, 106, 142, 162, 176, 186…Auめっき、9…めっきレジスト膜、10, 23, 48, 60, 148, 194…半田ボールパンプ、11, 24, 38, 50, 62, 123, 143, 180, 195…封止樹脂、22, 59, 72…Auめっき膜、33, 43, 73, 108…半田用パッド、34, 44…インナーリード、35…配線導体、36…半田パンプ、37…低弾性樹脂、45, 178…めっきレジスト、47…スティフナー、49…Auボールパンプ、55, 70, 89…タブ部、56, 90…吊り部、58…半田用パンプ、63, 107…半田パンプ用開口部、64…応力緩衝用開口部、67…Auボール、74, 91, 188…ボンディングパッド、76, 77, 78, 111…ヒートステージ、79, 80, 81…ヒーター、82, 83, 84, 104, 110…吸引孔、92…配線、93…半田パッド用ランド、94…ダミーランド、95, 96, 124, 144, 154, 164…開口部、105, 121, 141, 151, 161…Cuランド、112…基板側パッド、122, 152…めっき膜、125, 145, 153, 163…半田ボール、126, 146…フラックス、127…気泡、147…フラックス残渣、175, 177, 187, 189, 191…導体パターン、181…チップ、185, 192…レジスト膜、190…スルーホール導体。

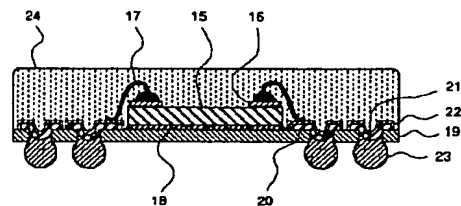
【図1】

図 1

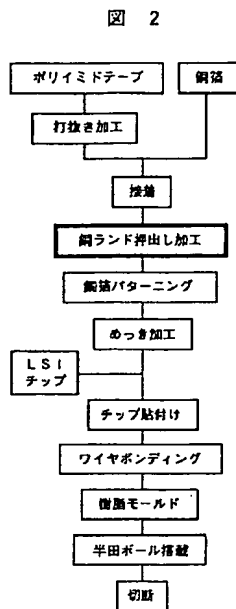


【図3】

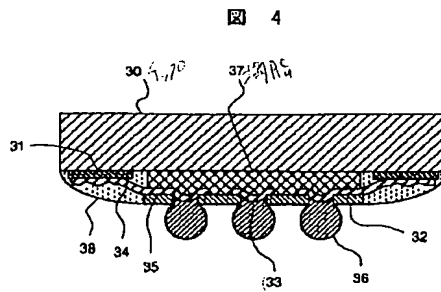
図 3



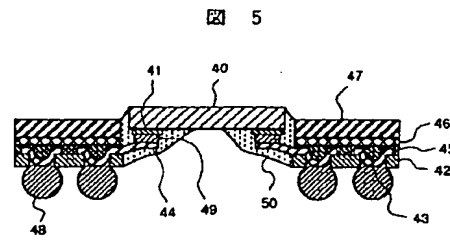
【図2】



【図4】

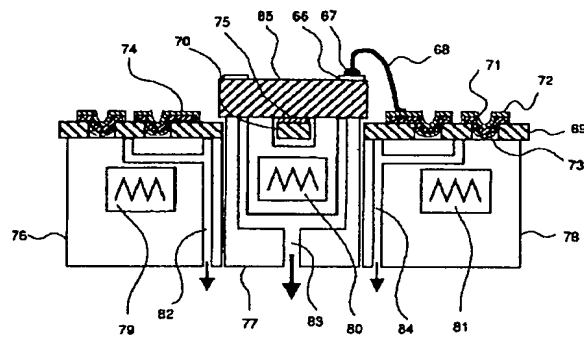


【図5】



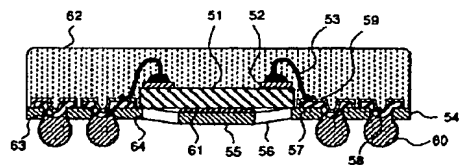
【図7】

図 7



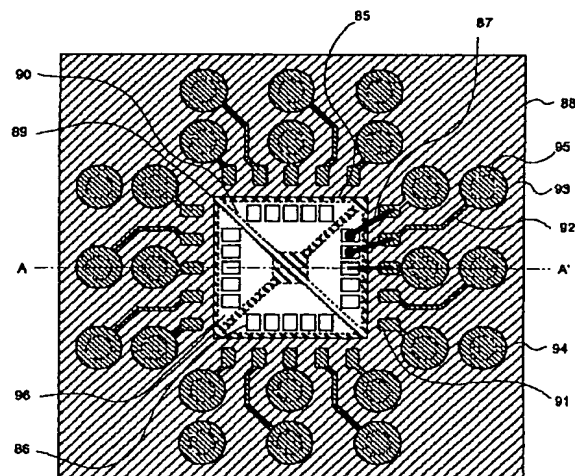
【図6】

図 6



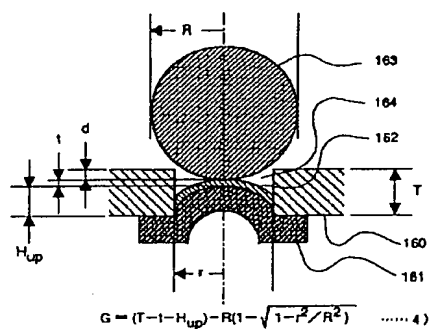
【図8】

図 8



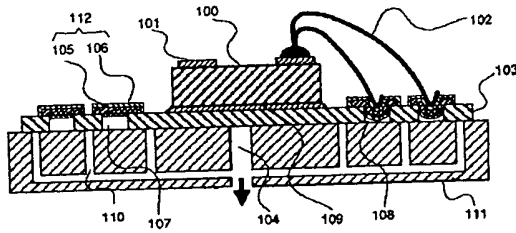
【図12】

図 12



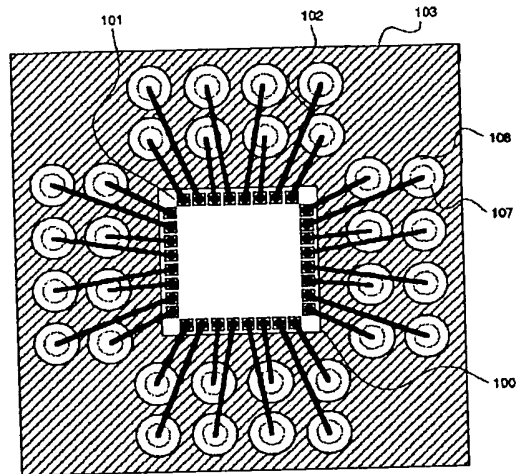
【図9】

図 9



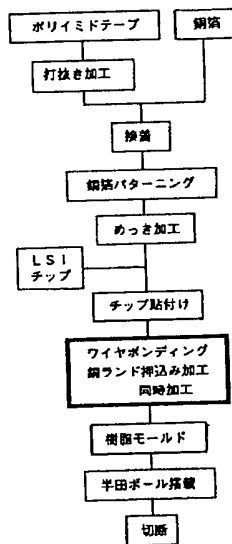
【図10】

図 10



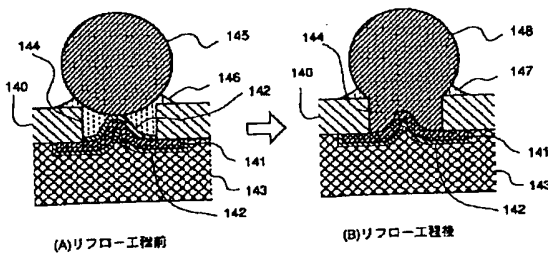
【図11】

図 11



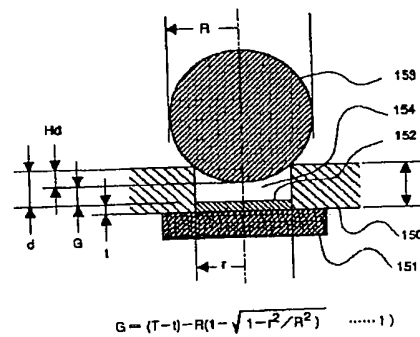
【図13】

図 13



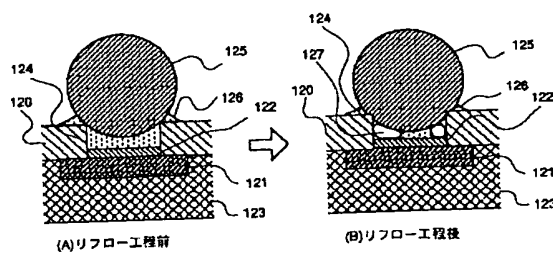
【図15】

図 15



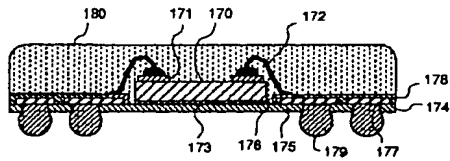
【図14】

図 14



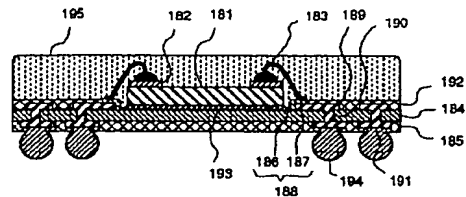
【図16】

図 16



【図17】

図 17



フロントページの続き

(72)発明者 小泉 正博  
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株  
式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 守田 俊章  
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株  
式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 高橋 和弥  
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株  
式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 西村 朝雄  
東京都小平市上水本町五丁目20番1号 株  
式会社日立製作所半導体事業部内

(72)発明者 坪崎 邦宏  
東京都小平市上水本町五丁目20番1号 株  
式会社日立製作所半導体事業部内

(72)発明者 秋山 雪治  
東京都小平市上水本町五丁目20番1号 株  
式会社日立製作所半導体事業部内

(72)発明者 木本 良輔  
東京都小平市上水本町五丁目22番1号 株  
式会社日立マイコンシステム内